

# CAPÍTULO 8

## Estesiología

*Jonatan Damián Terminiello Correa, Gustavo Oscar Zuccolilli y Vanina Laura Cambiaggi*

### Sentido de la vista, ojo y anexos

#### Conceptos generales

Los ojos del cerdo guardan similitudes con el ojo humano y han sido utilizados como un método interactivo para la enseñanza del ojo humano para estudiantes en especialidades de oftalmología. Tienen una vasculatura retiniana holangiótica, sin tapetum, con fotorreceptores cónicos en la parte más externa de la retina, lo que los hace valiosos para la investigación comparativa. Los cerdos utilizan el sentido de la vista como complementario al sentido del olfato, el cual tienen muy desarrollado, y al sentido de la audición. El globo ocular varía en sus dimensiones debido a la variación de tamaños entre las distintas razas.

#### Descripción del globo del ojo

El ojo está formado por varias capas y estructuras capaces de recibir la luz del exterior y convertirla en señales eléctricas y a través del nervio óptico, ser enviadas hacia el cerebro. Los ojos del cerdo no tienen prominencia desde la órbita, ya que estos animales no tienen el campo de la visión tan extenso como los rumiantes. En un ejemplar de 110 kg aproximadamente las dimensiones oculares (dimensiones del bulbo ocular) consisten en 20 milímetros para el eje anteroposterior, el eje vertical es de 20 - 21 milímetros, mientras que el diámetro horizontal tomado en el ecuador del bulbo puede ser de 22 milímetros.

Estructuralmente el ojo se compone de tres capas o túnicas: fibrosa externa, vascular media y nerviosa interna.

#### La túnica fibrosa externa

**Esclerótica:** esta capa se encuentra en la parte posterior del ojo y es la de mayor tamaño. Es gruesa, no transparente y presenta un color blanquecino más o menos pigmentada dependiendo del color de capa del cerdo (aquellos que presentan capa oscura tendrán más pigmento

asentado en la esclerótica). Estructuralmente está compuesta de fibras colágenas y en menor cantidad por fibras elásticas. El espesor en la región del ecuador es de aproximadamente 0,5 milímetros y aumenta hacia el polo posterior donde llega a medir hasta 2 milímetros. Esta túnica posee escasa cantidad de vasos sanguíneos y está perforada en caudal (área cribada) en el sitio donde el nervio óptico penetra en el globo ocular.

**Córnea:** tiene forma oval y la mayor dimensión es la horizontal. Está formada por varias capas (epitelio anterior, membrana limitante anterior o de Bowman, sustancia propia, membrana limitante posterior o de Descemet y epitelio posterior) y tiene un espesor de menor o igual a 1 milímetro. En los cerdos la unión entre la córnea y la esclerótica no es muy marcada. La córnea es transparente, brillante y húmeda por la presencia de lágrimas. Pero puede tornarse opaca en presencia de enfermedades como la enfermedad del ojo azul que afecta a los cerdos. El epitelio corneal de los cerdos contiene angiostatina, que se comporta como un inhibidor de la angiogénesis, reduciendo la neovascularización de la córnea, permitiendo mantener la claridad óptica.

### Túnica vascular media

**Coroides:** en los cerdos, la particularidad más importante de esta capa es la ausencia de *tapetum lucidum*. Por tal motivo al observar el ojo del cerdo iluminado con una fuente de luz, se aprecia de un color naranja rojizo similar al del hombre.

**Cuerpo ciliar:** en otras especies, esta capa presenta fibras musculares radiales, longitudinales y circulares. Pero en el cerdo no se encuentran estas últimas. Se pueden encontrar un número superior a 90 procesos ciliares que se unen al cristalino, encontrando un mayor desarrollo del cuerpo ciliar en la porción ventromedial del ojo.

**Iris:** es un diafragma contráctil con una abertura central que es la pupila. En el porcino la pupila es ligeramente oval con su dimensión mayor en sentido horizontal y se torna redondeada cuando se dilata. Una particularidad de esta especie es que abundan las fibras constrictoras de la pupila y no así las dilatadoras, las cuales se encuentran en número escaso. El color azul grisáceo de los ojos del cerdo se debe por un lado al engrosamiento de la capa de fibras colágenas y por otro, a la disminución de la cantidad de células pigmentadas en el iris y ausencia de cuerpos oscuros.

### Túnica nerviosa

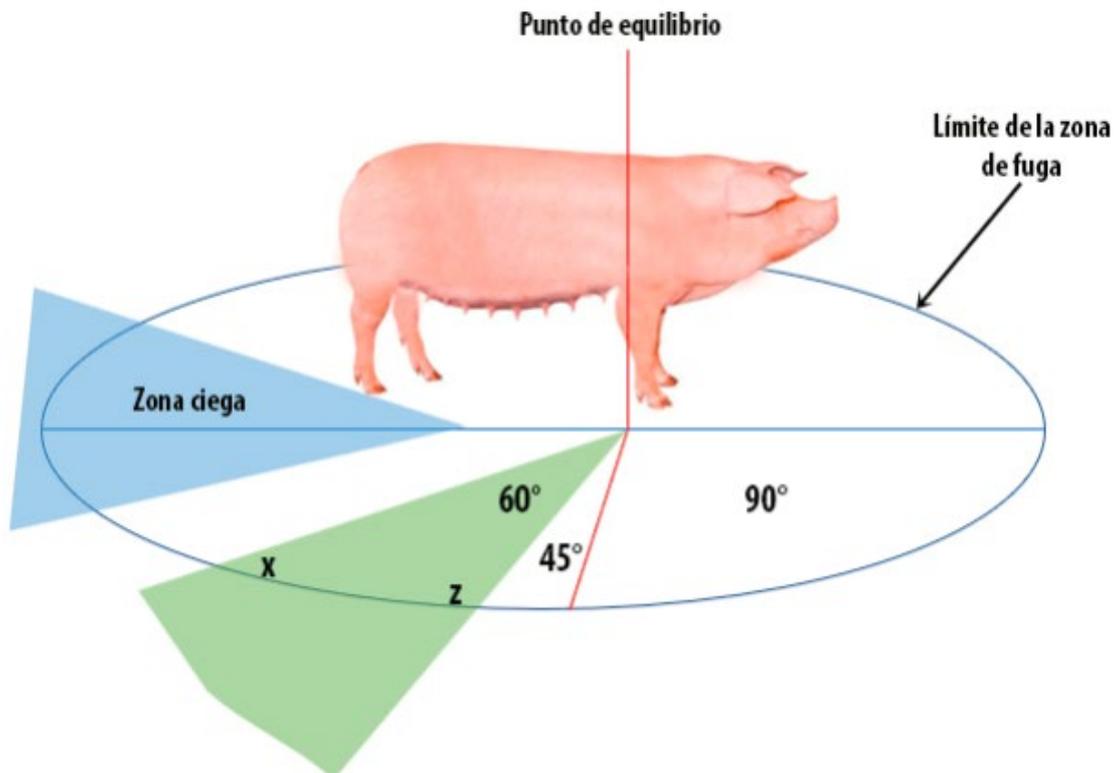
**Retina:** el cerdo tiene hábitos diurnos indicando una mayor presencia de conos. Los conos y bastones sensibles a dos tipos de longitudes de onda dentro de las frecuencias azul y verde hacen suponer que los cerdos tienen cierta capacidad de percepción de color. El fondo de ojo permite observar una coloración rojo-amarillenta, no se observa *tapetum lucidum*, no existe una vena y arteria retiniana central que acompañe al nervio óptico, la circulación retiniana irradia desde el disco óptico hacia el centro del mismo o cercanos a él. La zona avascular es lateral al disco óptico, se presume que el cerdo utiliza esta zona para la agudeza visual.

Las capas mencionadas encierran una serie de cámaras que se ubican secuencialmente de anterior a posterior de la siguiente manera: cámara anterior, cámara posterior y cámara vítrea.

La cámara anterior se comunica a través de la pupila con la cámara posterior, ambas cámaras contienen humor acuoso, mientras que la cámara vítrea contiene el humor o cuerpo vítreo. Ésta última cámara queda ubicada por detrás del cristalino. Además de las cámaras mencionadas, en el interior del ojo se encuentra la lente o cristalino, quien, junto con la córnea, el humor acuoso y el cuerpo vítreo, forman los medios transparentes del ojo, por los cuales los rayos luminosos deben pasar hasta llegar a hacer contacto con la retina.

## Visión panorámica del porcino

Los cerdos tienen una visión panorámica de unos  $310^\circ$  y una visión binocular apenas de unos  $35-50^\circ$ . De esta manera el cerdo prioriza la visión lateral monocular aumentando de esta manera la visión panorámica, confiriéndole una gran capacidad para detectar el peligro, alimentos, al operador y también a sus compañeros de corral, mientras que la disminución de la visión bifocal implica una mayor dificultad para calcular distancias. Estas particularidades deben tenerse en cuenta durante el manejo de los animales, ya que cualquier obstáculo que se presente de forma lateralizada quedará en el centro del foco visual lo que ocasionará nerviosismo en los animales.

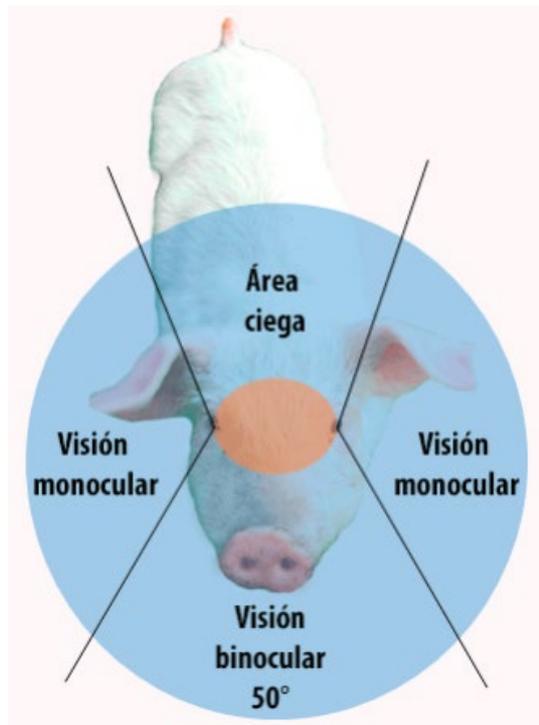


*Punto de equilibrio del cerdo. Si el operario se posiciona sobre la zona x, servirá para detener el movimiento del animal. Si por el contrario el operario quiere hacer mover al animal, entonces deberá posicionarse sobre la zona z.*

Por esto último se aconseja que las mangas o recintos donde son movidos los cerdos sean cerrados en sus laterales para evitar que los animales se asusten por estímulos externos al propio manejo.

Las características sobre el campo visual de estas especies son muy importantes para implementar estrategias en el manejo de los animales durante el traslado.

Todo aquello que se interponga en el campo visual de mayor alcance (vista panorámica) se presentará como una amenaza y el animal hará lo posible para huir. Sabiendo esto, debe tenerse especial cuidado en los cambios de piso, características de las mangas de traslado, ubicación del operario, entre otros, de esta manera se evitará cualquier tipo de estrés sobre los animales. Existe un punto de equilibrio en el cual el animal decidirá el sentido en el cual se va a mover, dependiendo de la posición de la amenaza: si la amenaza se aproxima desde adelante de su espalda, el animal comenzará su huida hacia atrás, por el contrario, si el peligro se aproxima por detrás de su espalda, comenzará la huida hacia adelante. El operador deberá acercarse teniendo en cuenta el punto de balance del cerdo, como también el espacio donde se centraliza la visión monocular y así hacer que el animal se mueva hacia la dirección deseada.



*Esquema de las de visión del cerdo. Detalle de la amplitud que se alcanza con visión monocular.*

## Anexos extraoculares

### Conjuntiva y tercer párpado

Los párpados de los porcinos son gruesos y presentan movilidad reducida, por debajo de la piel y la conjuntiva existe tejido adiposo denso. El párpado superior contiene cilios (pestañas) fuertes y gruesas, estas están ausentes en el párpado inferior. Las glándulas tarsianas o de meibomio no presentan un desarrollo como pueden observarse en otras especies, pero si presentan una gran cantidad de glándulas sudoríparas en relación con el párpado superior y glándulas sebáceas asociadas a los pelos presentes en ambos párpados. En los cerdos, el músculo orbicular es muy desarrollado. El tercer párpado presenta una cantidad importante de nodulillos linfáticos asociados a la membrana nictitante. Además, se encuentra la glándula nictitante, de color pardo o rojizo asociada al borde palpebral del cartílago del tercer párpado, en posición más profunda se encuentra la glándula de Harder de un tamaño considerable en los porcinos, llegando a ser su diámetro en un cerdo adulto de 2 a 3 centímetros. Como en el resto de las especies, la glándula de Harder asienta hacia media de la órbita, sobre una fosa poco profunda ubicada en el hueso lagrimal.

### Aparato lagrimal

En los cerdos, la glándula lagrimal no es tan desarrollada, es de naturaleza serosa y está situada sobre la superficie dorsolateral del globo ocular y se abre en el fórnix por medio de 5 o 6 conductos. Estructuralmente presenta abundante tejido conectivo formando tabiques y grasa que infiltra el tejido funcional de la glándula, estas particularidades son propias de la especie porcina. Existen conductos lagrimales dorsales y ventrales, siendo los dorsales los que poseen la función principal de trasvasar el producto de la glándula. Los conductos lagrimales son dos y se unen a la altura del hueso lagrimal, en este sitio a diferencia de otras especies, en el cerdo no se forma saco lagrimal. El canal lagrimal es corto, posee una pared gruesa y su luz es estrecha, en los porcinos este canal presenta una interrupción en su parte media, dividiéndolo en una porción caudal y una porción rostral, esta última no es funcional y su abertura se encuentra solapada por la concha nasal ventral. La forma y longitud del canal lagrimal depende de la longitud de los huesos faciales, característica presente debido a la variedad en las razas de cerdos.

### Vía óptica

La vía óptica consta de componentes centrales y periféricos. Las porciones periféricas están representadas por las neuronas presentes en la retina, los axones de estas neuronas se reúnen

y salen del globo ocular formando un haz de fibras denominado nervio óptico (II par craneal). Luego de pasar por el canal óptico llegan a la cavidad craneana donde se produce un entrecruzamiento de fibras llamado quiasma óptico. Luego del quiasma óptico, el nervio se continúa como tracto óptico cuya función es transmitir los impulsos nerviosos de ambos ojos. El tracto óptico alcanza el tálamo y se dirige hacia uno de sus núcleos, el cuerpo geniculado lateral, quien constituye un centro primario de la visión, en este sector culmina el segmento periférico de la vía óptica. La parte central de la vía óptica comienza en el cuerpo geniculado lateral, que comprende un sitio de interconexión entre la retina y la corteza occipital (visual) donde el se hace consciente el sentido de la visión. Ésta última conexión, incluye también la proyección hacia los colículos rostrales ubicados en el techo del mesencéfalo (placa cuadrigémina) quienes tendrán a su cargo las tareas de conexión y coordinación.

## Algunas consideraciones aplicadas al aparato de la visión de los cerdos

**Anomalías congénitas:** la incidencia general de defectos congénitos oculares en cerdos no está bien documentada, aunque los porcinos presentan las mismas malformaciones congénitas existentes en otras especies. Se han informado defectos como glaucoma dermoide congénito, ciclopía, anoftalmia, microftalmia, colomboma del nervio óptico, hipoplasia de coroides, atrofia óptica, hidroftalmos y atrofia retiniana. Estas presentaciones fueron vistas y estudiadas con mayor incidencia en cerdos miniatura, no así en las razas de cerdos destinados a producción. En estos últimos son comunes las afecciones oculares debido a trastornos nutricionales, aunque hay evidencias de macroftalmos y microftalmos hereditario en cerdos de raza Yorkshire debido a la presencia de un gen dominante de baja penetrancia.

**Trastornos nutricionales:** la deficiencia de vitamina A ha sido documentada como causa de ceguera, anoftalmos y microftalmos en lechones recién nacidos. Por otro lado, se vieron trastornos como esclerótica o iris de tamaño anormal, pero no así el tamaño del globo ocular, que era visiblemente de tamaño normal. La deficiencia de vitamina A durante el período temprano de gestación es suficiente para ocasionar trastornos oculares.

**Lipodistrofia cerebroespinal:** presente con mayor incidencia en cerdos de raza Yorkshire. Se caracteriza por la presencia de inclusiones citoplasmáticas que aparecen como cuerpos laminados redondeados dentro de las neuronas. En la retina, estos corpúsculos se observan como puntos blancos focales dispersos.

**Heterocromía:** esta anomalía está íntimamente relacionada al pelaje blanco de la raza Yorkshire. En cerdos miniatura se ha documentado heterocromía del iris, siendo en estos individuos un trastorno hereditario debido a un gen recesivo autosómico simple. La incidencia aumenta con el apareamiento entre animales afectados.

**Enfermedad del ojo azul:** esta patología está causada por un paramixovirus (rubulavirus) que se observó por primera vez en México. Se caracteriza por encefalitis y enfermedad respiratoria en lechones, falla reproductiva en animales adultos y opacidad corneal en todas las edades debido a la presencia de uveítis anterior y edema corneal.

## Sentido del olfato. Cavidad nasal y vía olfatoria

La cavidad nasal se describe en el capítulo de aparato respiratorio. Algunos conceptos del sentido del olfato se abordan en el capítulo de sistema nervioso.

### Vía olfativa

El sentido del olfato es el más desarrollado en el porcino, el estímulo olfativo es captado por las células sensitivas ubicadas en la mucosa olfatoria (membrana pituitaria o amarilla) que tapiza el fondo de la cavidad nasal. A partir de estas células surgen múltiples filamentos que atraviesan la lámina cribada del hueso etmoides hacia la cavidad craneana, formando de esta manera el nervio olfatorio (I par craneal). Las fibras del nervio se proyectan hacia los bulbos olfatorios donde hacen una primera sinapsis para luego formar los pedúnculos olfatorios. De aquí toman distinta dirección para terminar en diferentes áreas corticales: un grupo de fibras, ubicadas hacia lateral (tracto olfatorio lateral) se dirigen caudalmente para terminar en la corteza olfatoria del lóbulo piriforme. Otro grupo de fibras (tracto olfatorio medial) se proyecta internamente para terminar en el área septal (parte del sistema límbico), por último, un grupo reducido de fibras (tracto olfatorio medio), terminan en el tubérculo olfatorio. Las vías olfativas, a diferencia de lo que ocurre con otras vías sensitivas, carecen de relevo diencefálico (talámico) antes de alcanzar las zonas corticales mencionadas.

## Sentido de la audición. Oído y vía auditiva

### Introducción

Los cerdos utilizan el oído como una importante fuente de información social. El oído es el segundo sentido más utilizado durante la vida de estos animales, por detrás del sentido del olfato. Mediante la interpretación de vocalizaciones, los cerdos determinan el estado de identidad y afiliación con otros animales. Algunos estudios indican que el rango auditivo va desde los 40 Hz hasta 500 Hz, lo que le da una capacidad auditiva mayor a la del humano, haciéndolos capaces

de detectar incluso sonidos ultrasónicos. Por otro lado, la morfología del pabellón auricular del cerdo es utilizada para la clasificación de las distintas razas como también, es el sitio anatómico utilizado para la aplicación de los distintos métodos de identificación y como sitio alternativo para la recolección de sangre venosa o colocación de dispositivos para la infusión de fluidos o fármacos por vía intravenosa.

## Anatomía del aparato auditivo

En todos los mamíferos el oído se divide en tres porciones: oído externo, medio e interno.

El **oído externo** varía de tamaño y posición en las distintas razas porcinas. El pabellón auricular es ancho presentando una superficie o cara externa convexa y una superficie interna cóncava, los bordes son gruesos y se describe una base, que queda insertada a la porción ósea del meato acústico externo del hueso temporal y un vértice que queda orientado hacia rostral. Según la raza, el pabellón auricular puede estar orientadas en posición vertical (asiáticas), orientadas hacia adelante (célticas) o bien estar inclinadas hacia ventral de forma péndula (ibéricas). Sobre la cara cóncava el pabellón auricular presenta varias crestas cutáneas que recorren el eje mayor del pabellón. El conducto auditivo externo es un cilindro de diámetro variable según la raza y el tamaño del animal, siendo constante encontrar un diámetro de 6 mm en el cerdo adulto y una longitud promedio de 4.5 cm.

El **oído medio** difiere en su morfología debido a las distintas conformaciones del cráneo que se presentan en la especie porcina. La posición de la cavidad timpánica se diferencia a la de otras especies por estar ubicada en una posición más ventral y profunda, pero es más pequeña que en el resto de las especies. La parte ventral de la cavidad timpánica, representada por la bulla timpánica, es más desarrollada en los porcinos. La membrana timpánica (tímpano) es de forma oval y cierra el conducto auditivo, por un lado, y por otro se conecta a la cadena de huesecillos del oído interno. La membrana timpánica es delgada y consta de dos porciones constitutivas: una parte flácida, bien desarrollada en el cerdo, que se conecta al primer huesecillo del oído interno (el martillo) y una parte tensa o membranosa, de menor desarrollo que la parte flácida. El color de la membrana timpánica en el cerdo es rosáceo prácticamente en su totalidad.

Existe una serie de huesecillos en la cavidad del oído medio: martillo, yunque y estribo. El martillo está menos desarrollado que en otros mamíferos. Posee una cabeza, un cuello y el manubrio. De estas partes, la cabeza está poco desarrollada, mientras que el cuello está bien desarrollado. El manubrio es la parte del martillo de mayor desarrollo, éste apoya contra la porción tensa de la membrana timpánica. El yunque está poco desarrollado y el estribo es el de mayor desarrollo en relación con otras especies.

La trompa auditiva es corta y su orificio faríngeo se abre sobre las paredes dorsolaterales de la nasofaringe, inmediatamente caudal a las coanas. Su parte medial está limitada por un pliegue grueso de mucosa faríngea.

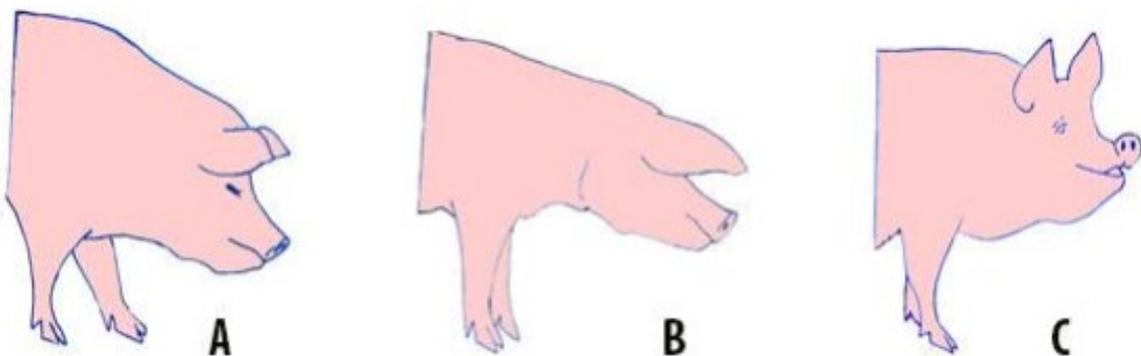
El **oído interno** es un órgano compuesto. El oído interno contiene a la cóclea, relacionada al sentido de la audición y el vestíbulo quien se comporta como órgano receptor del sentido del equilibrio. Este último incluye al utrículo, el sáculo y los conductos semicirculares. Estas partes se describen como un laberinto membranoso rodeado de un laberinto óseo, quedando un espacio (espacio perilinfático) entre ellos que contiene a la perilinfa. El conducto coclear membranoso contiene al órgano de Corti (órgano de la audición) situado en sus paredes, mientras que en su interior contiene a la endolinfa. El laberinto vestibular representa el órgano del equilibrio y posee receptores situados en el sáculo, en el utrículo y en los canales semicirculares. Las células epiteliales sensoriales modificadas se encuentran en dos sectores correspondientes a las paredes del sáculo y del utrículo, denominadas máculas, de donde se originarán las fibras nerviosas que formarán el nervio vestibular.

El oído medio de los cerdos (*Sus scrofa domestica*) ha servido como modelo clínico para el estudio de colocación de implantes cocleares en humanos. Diversas investigaciones con la finalidad de buscar un modelo clínico de oído para tratar patologías en humanos han utilizado al cerdo como un modelo de aprendizaje. También ha sido utilizado como modelo de estudio en la colocación de implantes en el oído medio, diferentes investigaciones destacan la utilidad de esta especie, como también su alta comparabilidad morfológica en relación con los humanos. Por ejemplo, los huesecillos del cerdo comparten la presencia de las mismas formaciones anatómicas que se pueden identificar en las mismas estructuras del humano, con diferencias descriptivas y morfométricas en su morfología.

### Importancia del pabellón auricular de los porcinos

Las razas porcinas pueden clasificarse utilizando tres parámetros:

- Aptitud productiva
- Origen geográfico
- Fenotipo



Los esquemas muestran la clasificación morfológica según las características del pabellón auricular.  
A- Oreja Asiática, B- Oreja Céltica, C- Oreja Ibérica.

La clasificación a partir del fenotipo incluye al perfil fronto-nasal del animal, el pelaje y el tipo de oreja. Ésta última particularidad deja distinguir a tres clasificaciones morfológicas que se describen a continuación según su tamaño y la posición que ocupen con relación al eje mayor de la cabeza:

Las **orejas ibéricas** poseen tamaño mediano y se ubican erectas hasta el 1/3 superior, quien descende en el sentido al eje mayor de la cabeza (razas Duroc Jersey, Poland China, Spotted Poland, etcétera).

Las **orejas célticas** poseen tamaño desarrollado y se encuentra volcadas sobre el rostro (razas Landrace).

Las **orejas asiáticas** son de pequeño tamaño y se encuentran erectas (razas Hampshire, Yorkshire, etcétera).

### **El pabellón auricular como sitio para el muestreo por extracción de sangre y como sitio de administración intravenosa**

El pabellón auricular del cerdo reviste un sitio importante para la extracción de sangre mediante venoclisis y también para la colocación de dispositivos (catéteres intravenosos) para la administración de fluidos, medicamentos o drogas anestésicas.



*En la fotografía se observa la vena auricular lateral ingurgitada de sangre debido a la presión ejercida sobre la base del pabellón auricular.*

Debido al acceso dificultoso de las venas periféricas utilizadas rutinariamente en otras especies (vena yugular externa, vena cefálica, vena safena externa o interna), las venas auriculares son una alternativa superadora a la hora de obtener un acceso venoso rápido y que pueda man-

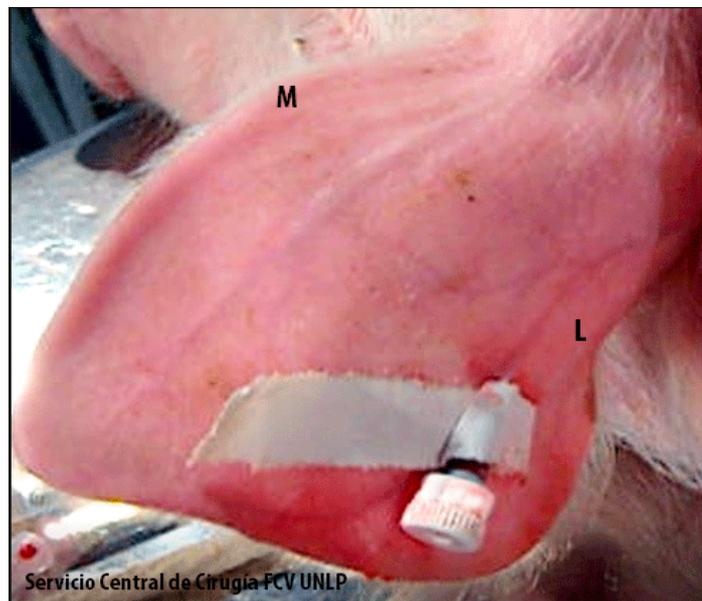
tenerse permeable por un periodo de tiempo determinado. Sobre la superficie externa del pabellón auricular pueden distinguirse dos a tres vasos venosos que se hacen visibles en el plano comprendido entre la piel y el cartilago auricular.

Cuanto más grandes son los animales, más difícil puede tomarse el acceso a estos vasos debido al grosor de la piel de la región, por el contrario, en lechones, estos vasos pueden visualizarse con mayor claridad, pero el diámetro menor que presentan dificulta el acceso a los mismos.

Las venas que se encuentran en este sitio corresponden al drenaje satélite de las arterias auricular lateral, auricular intermedia y auricular medial, siendo la vena auricular lateral la de mayor desarrollo y que puede observarse con facilidad ejerciendo presión sobre la base del pabellón auricular, permitiendo que esta vena se ingurgite de sangre.

La flexibilidad del pabellón auricular hace posible la colocación de catéteres para la administración de fluidos o distintas drogas anestésicas. Se recomienda la extracción de sangre de las venas auriculares en animales grandes, esta maniobra puede hacerse con el animal en estación sujetando la cabeza para evitar el rechazo a la maniobra.

El gran inconveniente de estas venas auriculares es que son muy frágiles, por lo tanto, se lesionan con facilidad, y por otro lado aportan un volumen de sangre reducido. Debido a estos aspectos negativos, se opta por la extracción de sangre desde la vena cava craneal, accediendo desde la entrada del tórax, a la derecha de la línea media, por encima del manubrio del esternón.



*En la fotografía se observa un catéter colocado en la vena auricular lateral para la administración de drogas para inducción anestésica y fluidos. L: lateral; M: medial.*

## Importancia del pabellón auricular para la identificación de los animales

A lo largo de la historia, en los sitios de producción porcina se han utilizado distintos métodos para clasificar a los animales destinados a la producción como a la reproducción. En el caso de los porcinos, el sitio utilizado para la colocación de marcas de identificación es el pabellón auricular, donde se utilizan marcas por tatuajes, colocación de caravanas plásticas o el realizado de cortes con sacabocado (muescas), siendo este último método (método australiano) el que se encuentra en desuso por la mayoría de los establecimientos.



*Fotografía que marca la Posición de la caravana de identificación en el pabellón auricular izquierdo.*

*En las fotografías se observan orejas con muescas realizadas en los pabellones derecho e izquierdo (método australiano). Del lado derecho la suma de las muescas es igual a 103, mientras que las de la oreja izquierda suman 40, por lo tanto, el número que identifica a este animal es el 143.*

## Vía auditiva

El órgano sensorial o de Corti, ubicado en la cóclea del oído interno, contiene las células sensitivas (primera neurona) para el sentido de la audición. Estas células reaccionan a los estímulos sonoros, amplificados a su vez por la membrana timpánica y la cadena de huesecillos ubicados en el oído medio. Las ondas sonoras actúan sobre la perilinfa, transmitiendo los movimientos del líquido que son captados por las cilias de las células del órgano de Corti, transformándolo en un impulso nervioso que es transportado por el nervio vestíbulo coclear (VIII par craneal) hacia el tronco del encéfalo proyectándose hacia el complejo olivar, lemnisco lateral y colículo caudal del mesencéfalo (segunda neurona). El complejo olivar tiene conexiones con el núcleo motor del nervio oculomotor (III par craneal) y el nervio abducente (VI par craneal), lo que explica el movimiento de la cabeza y los ojos en orientación hacia la fuente del sonido. Otro grupo de fibras (tercera neurona) se proyectan hacia el cuerpo geniculado medial del tálamo y desde aquí se proyectan finalmente al área auditiva de la corteza cerebral en relación con la corteza temporal.

## Sentido del gusto. Cavidad bucal, lengua y vía gustativa

### Introducción

En los animales como el porcino, en la búsqueda de comida, intervienen los dos sentidos más desarrollados para esta especie: el olfato y el gusto. Los sistemas químicos y sensoriales ubicados en la cavidad oral responden a las características del alimento, haciendo que el mismo sea consumido o rechazado. Se considera que los alimentos dulces o ricos en carbohidratos son excelentes estimulantes para el consumo voluntario en los cerdos.

La cavidad bucal propiamente dicha aloja al principal órgano que aloja el sentido del gusto. Esta cavidad se describe en detalle en el capítulo de cabeza del porcino.

### Lengua

La lengua de los porcinos es larga y angosta, formada estructuralmente por músculo estriado esquelético y cubierta por una mucosa digestiva. Morfológicamente consta de un vértice o ápice, cuerpo y raíz. Se encuentra unida al piso de la cavidad bucal por un pliegue mucoso denominado frenillo lingual, el cual es corto y poco laxo lo que le confiere una movilidad reducida al órgano para ser expuesta por fuera de la cavidad bucal. La mucosa lingual presenta papilas gustativas (foliadas, circunvaladas y fungiformes) y mecánicas (filiformes y cónicas). Se pueden observar entre dos y tres papilas circunvaladas sobre el dorso de la lengua, en el límite entre el cuerpo y la raíz lingual. Por otra parte, las papilas fungiformes son las más numerosas y se encuentran en el dorso y laterales de la lengua, distribuidas en los dos tercios rostrales de la misma.

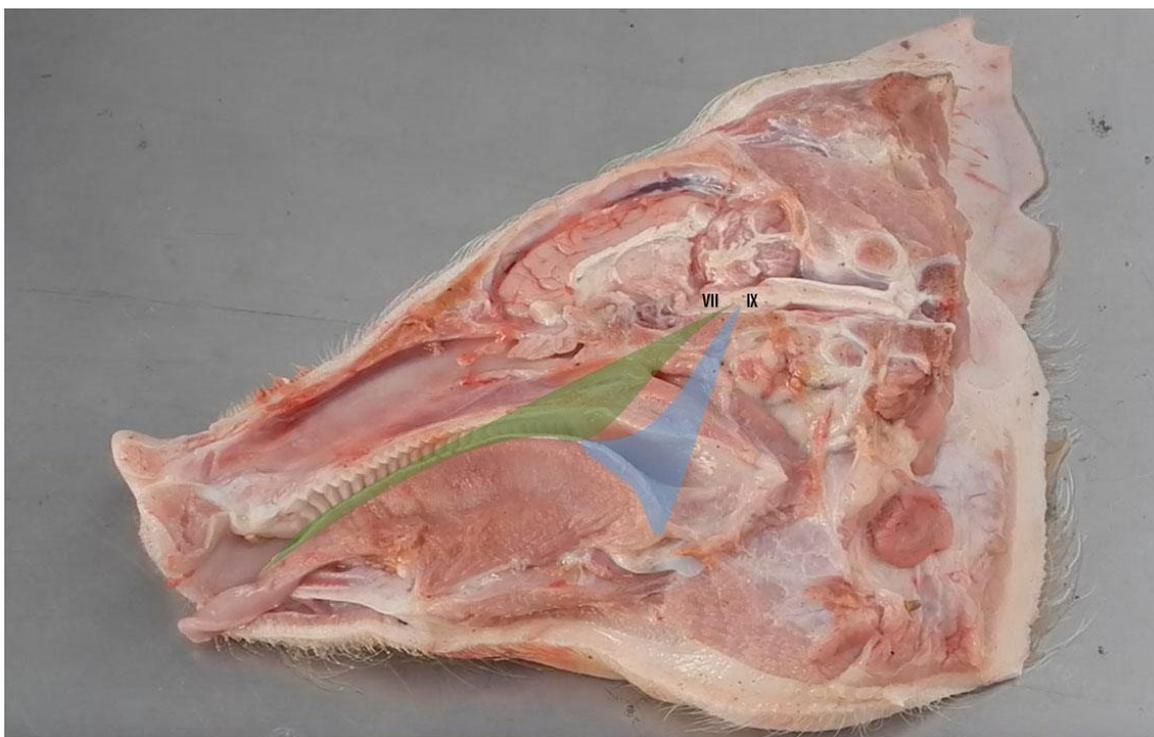
### El sentido del gusto

El sentido del gusto detecta el valor nutricional de los alimentos a través de las papilas gustativas que se encuentran en la mucosa lingual. En los porcinos, los carbohidratos estimulan el sabor dulce, mientras que aminoácidos como el glutamato monosódico, glutamina, alanina o asparagina, producen el sabor umami, favoreciendo de esta manera el consumo voluntario de alimentos. En lechones, la presencia de receptores umami contribuye al efecto positivo para la aceptación de fuentes proteicas, reflejando de esta manera que el uso de fuentes proteicas de alta palatabilidad en las primeras fases aumentará la ingesta y el crecimiento de los animales en la fase posterior al destete.

Algunos estudios anatómicos muestran que los cerdos tienen un gran número de papilas gustativas, comparado con otras especies, inclusive con el humano. En las papilas circunvaladas

pueden encontrarse un número superior a 10.000 botones gustativos (6.000 en el humano), además, se encuentran alrededor de 5.000 papilas fungiformes (1.600 en el humano) y entre 4.000 y 5.000 papilas foliadas (3.000 en el humano). La información de las papilas gustativas fungiformes es transmitida por la cuerda del tímpano (rama del nervio facial – VII par craneal). El otro nervio implicado en el sentido del gusto es el nervio glossofaríngeo (IX par craneal), el cual distribuye su inervación sobre las papilas circunvaladas y foliadas. La cuerda del tímpano tiene una capacidad desarrollada para la detección de estímulos gustativos estándar como aquellos obtenidos por la sacarosa, cloruro de sodio, clorhidrato de quinina y ácido cítrico o acético. Por otro lado, el nervio glossofaríngeo tiene una gran afinidad por el clorhidrato de quinina y la sacarosa y en menor medida para el cloruro de sodio y ácido acético.

El sistema gustativo transmite al cerebro las propiedades químicas de los alimentos. El gusto es captado por los quimiorreceptores ubicados en la mucosa digestiva que recubre la cavidad bucal y la lengua, orofaringe y botones gustativos ubicados en el cartílago epiglótico de la laringe detectando de esta manera los cinco sabores primarios: dulce (responde a la identificación de carbohidratos- energía), salado (cambios electrolíticos), amargo (posibles tóxicos), ácido (alimento en mal estado) y umami (responde a aminoácidos).



*Esquema representativo de la inervación sensitiva especial de la mucosa lingual del porcino.  
VII: séptimo par craneal (nervio facial) y IX: noveno par craneal (nervio glossofaríngeo).*

En el cerdo es posible la identificación de sabores dulces y umami principalmente, siendo el sentido del gusto, junto con la olfacción, de gran importancia para la aceptación de alimentos, acompañado de un gran número de papilas gustativas (foliadas, circunvaladas y fungiformes). Los porcinos muestran una mayor preferencia por los alimentos que contienen alto porcentaje

de hidratos de carbono, proteína de origen animal y menor medida para los compuestos que contienen proteína de origen vegetal y suero lácteo. La sensibilidad que poseen los cerdos por el sabor umami es unas diez veces superior que para el dulce, también cabe destacar que en esta especie los edulcorantes artificiales utilizados comúnmente por los humanos no tienen el mismo efecto, esto se debe a las diferencias encontradas sobre los receptores encargados de captar estos sabores, lo mismo se puede mencionar para el sabor salado, los porcinos poseen pocos receptores para el cloruro de sodio, lo que sugiere que tiene una gran tolerancia para los alimentos con altos contenidos de cloruro de sodio.

## Vía gustativa

La información captada a partir de los botones gustativos de las papilas sensitivas de la mucosa lingual es transportada vía ascendente (aférente) por fibras de la cuerda del tímpano (nervio facial- VII par craneal) y del nervio glossofaríngeo (IX par craneal). Estas fibras (primer orden) se dirigen al tronco del encéfalo donde hacen sinapsis en el núcleo del tracto solitario. Las proyecciones del núcleo solitario (segundo orden) se dirigen hacia el tálamo y de aquí terminan sobre el área gustativa de la neocorteza (tercer orden), en un sector ubicado hacia dorsal de la cisura de Silvio sobre la corteza parietal.

## La importancia del sentido del gusto en la producción

El cerdo puede reconocer cambios de temperatura y textura del alimento (percepción somatosensitiva), pero además utiliza los dos sistemas más importantes de quimiorrecepción que posee esta especie: el olfato y el gusto. En los sistemas productivos, los lechones son destetados a las 3-4 semanas de edad, siendo esta etapa un momento crítico debido al estrés que sufren los animales, con trastornos de carácter social, ambiental, aparición de enfermedades e inmunosupresión, sumado al cambio brusco en la alimentación, lo que implica un desafío en aprender a comer un alimento nuevo y distinto, acompañado de un descenso en el aporte de nutrientes y de la capacidad digestiva. Los animales destetados pueden pasar un periodo variable de tiempo sin consumir alimento, por lo tanto, el productor deberá recurrir a distintas estrategias para estimular el consumo temprano de alimentos en el período post destete inmediato. Por un lado, existe el método *creep feed*, que consiste en comenzar a ofrecer alimento en el período de lactancia, para que los lechones se familiaricen con el nuevo alimento. Por otro lado, comenzar con dietas altamente palatables una vez producido el destete para estimular el consumo voluntario de los lechones. De esta manera, el agregado de compuestos altamente aceptables como el sabor dulce y umami pueden ser utilizados para estimular la ingesta temprana de un nuevo alimento.

## Referencias

- Balén, E.M., Sáez, M.J., Cienfuegos, J.A., Zazpe, C.M., Ferrer, J.V., Herrera, J., Lera, J.M. (2000). Anatomía del cerdo aplicada a la experimentación en cirugía general. *Cir Esp.* 67. 586-593. <https://www.researchgate.net/publication/313552128>
- Dalmáu A, Lonch P y Velarde A. (2008) Visión y manejo del cerdo. Comunidad Profesional Porcina.
- Dyce, K.M., Sack, W.O., Wensing, C.J.G. (2012). Anatomía Veterinaria. Cuarta Edición. Ed México: Manual Moderno.
- Getty, R., Sisson, S. y Grossman, J.D. (1999). Anatomía de los animales domésticos. Quinta edición, Tomo II. México: Editorial Masson S.A.
- Juárez, S.A., Mongia, O.J., Belocio M.B. y Torres R.A. (2008). Técnicas quirúrgicas básicas en cerdos I: accesos venosos periféricos. *Revista de Posgrado de la VIa Cátedra de Medicina.* N° 180.
- Kivell, T.L., Doyle, S.K., Madden, R.H., Mitchell, T.L. and Sims, E.L. (2009) An interactive method for teaching anatomy of the human eye for medical students in ophthalmology clinical rotations.
- König, H.E. y Liebich, H.G. (2005). Anatomía de los animales domésticos, tomo I y II. México: Ed. McGraw-Hill Interamericana.
- Manual de Porcinos, 3<sup>er</sup> año. Ministerio de Agroindustria, Presidencia de la Nación. INTA. Material provisorio.
- Muñoz Luna, A., Marotta, E., Lagreca, L., Rouco Yáñez, A. (1998). *Porcinotecnia Práctica y Rentable.* Madrid (España): Editorial Luzan.
- Paredes, R.P., Espinosa Palencia, M., Espejo Beristain, G., Ahuja Aguirre, C., Hernández Cruz, B., Coria Ávila, G. (2020). Cognición en cerdos. Artículo en revisión. *Eneurobiología* 11(26):250520. ISSN 2007-3054.
- Sanguinetti, H.R., Monterubbianesi, M. y Otero, S. Manual de procedimientos para la toma de muestras ante la sospecha de enfermedad en cerdos. SENASA. Dirección Nacional de Sanidad Animal.
- Schaller, O. (1996). *Nomenclatura anatómica veterinaria ilustrada.* Zaragoza (España): Editorial Acriba.
- Schwarze, E. (1984). *Compendio de anatomía veterinaria, Tomo II El sistema visceral.* Zaragoza (España): Editorial Acriba.
- Servicio de Cirugía Experimental, Hospital Puerta de Hierro, Servicio de Cirugía Experimental Hospital La Paz. Universidad Autónoma de Madrid. (1991). *Consideraciones Especiales en la Anestesia del Cerdo.* *Research in Surgery*, suplemento 7.
- Sheldon, M. (2010). *Porcine Ophthalmology.* *Vet Clin Food Anim* 26. pag 557-572
- The Center for Food Security and Public Health, Iowa State University. (2006) *Enfermedad del ojo azul. Infección por Paramixovirus (Rubulavirus Porcino)*
- Vestre, W.A. (1984). *Porcine ophthalmology.* *Veterinary Clinics of North America. Large Animal Practice.* Vol. 6 No 3

- Villarroel Guerra, M. y Rivas Vilches, M. (2016). Morfología y morfometría entre los huesecillos auditivos del cerdo común (*Sus scrofa domesticus*) y el humano (*Homo sapiens sapiens*). Int. J. Morphol., 34(1): 268-275, Universidad de Playa Ancha, Valparaíso, Chile.
- Zuccolilli, G. (2002). Neurobiología Básica. Conceptos para medicina veterinaria. Ed. de la Universidad Nacional de La Plata. ISBN 950-34-0228-X